



IFW

Docket No. 239434US8

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

IN RE APPLICATION OF: Hideya MORIDAIRA, et al.

GAU: 2874

SERIAL NO: 10/608,031

EXAMINER:

FILED: June 30, 2003

FOR: OPTICAL FIBER FOR WDM SYSTEM AND MANUFACTURING METHOD THEREOF

SUBMISSION NOTICE REGARDING PRIORITY DOCUMENT(S)

COMMISSIONER FOR PATENTS
ALEXANDRIA, VIRGINIA 22313

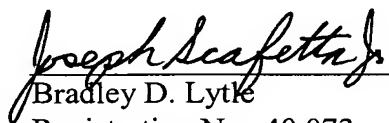
SIR:

Certified copies of the Convention Application(s) corresponding to the above-captioned matter:

- ☒ are submitted herewith
- ☐ were filed in prior application filed
- ☐ were submitted to the International Bureau in PCT Application Number _____
Receipt of the certified copies by the International Bureau in a timely manner under PCT Rule 17.1(a) has been acknowledged as evidenced by the attached PCT/IB/304.

Respectfully Submitted,

OBLON, SPIVAK, McCLELLAND,
MAIER & NEUSTADT, P.C.


Bradley D. Lytle

Registration No. 40,073
Joseph Scafetta, Jr.
Registration No. 26,803

Customer Number

22850

Tel. (703) 413-3000
Fax. (703) 413-2220
(OSMMN 11/04)

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 2 年 7 月 9 日
Date of Application:

出 願 番 号 特 願 2 0 0 2 - 2 0 0 4 2 2
Application Number:
[ST. 10/C] : [J P 2 0 0 2 - 2 0 0 4 2 2]

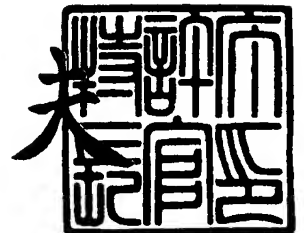
出 願 人
Applicant(s): 古河電気工業株式会社

CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

2 0 0 3 年 7 月 1 1 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 A20256

【提出日】 平成14年 7月 9日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G02B 6/18

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内 2 丁目 6 番 1 号 古河電気工業株式会社内

【氏名】 高橋 文雄

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内 2 丁目 6 番 1 号 古河電気工業株式会社内

【氏名】 森平 英也

【特許出願人】

【識別番号】 000005290

【氏名又は名称】 古河電気工業株式会社

【代理人】

【識別番号】 100090022

【弁理士】

【氏名又は名称】 長門 侃二

【電話番号】 03-3459-7521

【選任した代理人】

【識別番号】 100116447

【弁理士】

【氏名又は名称】 山中 純一

【電話番号】 03-3459-7521

【選任した代理人】

【識別番号】 100120592

【弁理士】

【氏名又は名称】 山崎 崇裕

【電話番号】 03-3459-7521

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 007537

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 光ファイバの製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 波長 1 3 1 0 nm におけるモードフィールド径が $8.0 \sim 11.0 \mu\text{m}$ であり、波長 1 3 8 3 nm における伝送損失が波長 1 3 1 0 nm における伝送損失よりも小さく、波長 1 3 8 3 nm における分散が $+2 \sim +8 \text{ ps/nm/km}$ である光ファイバを製造する際に、

光ファイバ母材を線引きしたのち被覆を施し、得られた光ファイバ素線に対し、重水素ガスを含む気相雰囲気中で曝露処理することを特徴とする光ファイバの製造方法。

【請求項 2】 前記光ファイバは、波長 1 3 8 3 nm における分散が $+4 \sim +7 \text{ ps/nm/km}$ である請求項 1 の光ファイバの製造方法。

【請求項 3】 前記曝露処理は、常温、常圧下で実施される請求項 1 または 2 の光ファイバの製造方法。

【請求項 4】 前記曝露処理における処理時間は、長くても 2 4 時間である請求項 3 の光ファイバの製造方法。

【請求項 5】 前記光ファイバは、水素エージング試験を行ったときに、波長 1 3 8 3 nm における伝送損失の増加量が 0.04 dB/km 以下になる光ファイバである請求項 1 ～ 4 のいずれかの光ファイバの製造方法。

【請求項 6】 前記光ファイバは、水素エージング試験を行ったときに、波長 1 3 8 3 nm における伝送損失の増加量が 0.01 dB/km 以下になる光ファイバである請求項 1 ～ 4 のいずれかの光ファイバの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は光ファイバの製造方法に関し、更に詳しくは、耐水素性が優れていて、波長分割多重伝送方式に用いて好適な光ファイバを製造する方法に関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

情報化社会の発展により、通信情報量は飛躍的に増大する傾向にあるが、そのことに伴って、光通信システムの構築に関しては、光信号の伝送容量を増大させる研究が行われている。

一般に、光ファイバの伝送損失は波長 1 5 5 0 nm 付近で最も小さい。そのため、損失との関係では、1 5 5 0 nm 帯域で光伝送を行うことが望ましい。

【0 0 0 3】

このような要求に応える光ファイバとしては、波長 1 5 5 0 nm 付近に零分散波長を有する分散シフト光ファイバ (Dispersion Shifted Fiber : D S F) が既に関連されている。この D S F の開発により、現在では、波長 1 5 5 0 nm 付近において、伝送容量が数 G b / s の光伝送も可能になっている。

ところで、最近では、伝送容量の更なる増大を目的として、1 本の光ファイバで複数波長の光信号を伝送する波長分割多重 (Wave Division Multiplexing : WDM) 伝送方式の研究が進められている。

【0 0 0 4】

この WDM 伝送方式に用いられる光ファイバに対しては、非線形現象の 1 つである四光波混合 (Four Wave Mixing : FWM) の発生を防止するために、使用波長帯域に零分散波長をもたないということが要求される。

このような要求に応える光ファイバとしては、広い波長帯域で零分散波長をもたないノンゼロ分散シフト光ファイバ (Non-Zero Dispersion Shifted Fiber : N Z D S F) が既に関連されている。

【0 0 0 5】

この N Z D S F の開発により、現在では、1 5 3 0 ~ 1 5 6 5 nm の波長帯域 (C バンド) と 1 5 6 5 ~ 1 6 2 5 nm の波長帯域 (L バンド) における WDM 伝送が可能となり、その伝送容量は飛躍的に増大し、また長距離伝送も可能になっている。

例えば米国特許第 6, 2 0 5, 2 6 8 号では、波長 1 3 1 0 nm 付近に零分散波長を有し、1 4 0 0 nm の波長帯域 (波長 1 3 3 5 nm ~ 波長 1 4 3 5 nm) における分散を 1.5 ~ 8.0 ps / nm / km に低減させ、かつ波長 1 3 8 5 nm における伝送損失を波長 1 3 1 0 nm における伝送損失よりも小さくした光ファイバを用いることに

より、1 4 0 0 nmの波長帯域における少なくとも3波長での伝送容量が1 0 Gb/s以上であるシステムが提案されている。

【0 0 0 6】

また、米国特許第6, 1 3 1, 4 1 5号では、次のような光ファイバの製造方法が提案されている

すなわち、VAD (Vapour-Phase Axial Deposition) 法を適用してガラスロッドを製造する際に、コア／クラッド比を2.0～7.5の範囲内に設定して光ファイバ母材を製造し、それを線引きして光ファイバを製造する方法である。

【0 0 0 7】

この方法によると、クラッドの外周に分布するOH基が線引き時にコア内へ拡散することが防止されるので、波長1 3 8 3 nmの光伝送時にOH基吸収が起こらず、伝送損失の増大が抑制される。

【0 0 0 8】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、上記したような伝送容量が大きい光ファイバをメトロポリタン系で適用しようとする場合には、次のような問題が要求されてくる。

第1の問題は、現在、ITU-T G. 6 5 2で規定する標準シングルモード光ファイバが敷設されているが、この既設の光ファイバとの整合性が要求されることである。

【0 0 0 9】

そのためには、モードフィールド径(MFD)や比屈折率差(Δ)などのファイバパラメータは、既設の光ファイバとはほぼ同一となるように設計されることが好ましいことになる。

第2の問題は、波長1 3 8 3 nmにおける伝送損失の増大を招く要因を光ファイバの製造時に除去することである。

【0 0 1 0】

この伝送損失の増大要因の代表例としては、OH基による吸収ピークがある。そして、上記した吸収ピークは、一般に、IEC 6 0 7 9 3 - 2 - 5 0 (first edition 2002-01) Annex C Section C3.1で規定する水素エージング試験を行う

と増加するということが知られている。

しかしながら、耐水素性に優れる光ファイバは、水素エージング試験を行ってもOH基による吸収ピークの増加は少なく、伝送損失の増大を起しにくい。したがって、波長1383nmにおける伝送損失の増大を防止するためには、耐水素性に優れた光ファイバを製造すればよいことになる。

【0011】

このOH基による吸収ピークの増加を抑制して伝送損失の増大を防止するために、現在では、VAD法で製造した光ファイバ母材のクラッド表面の一部を例えばプラズマエッチングで研削して、そこに分布しているOH基を除去して耐水素性を高める処理を行ったのち、線引きを行うなどの方法が検討されている。

しかしながら、光ファイバの伝送損失は、光ファイバ母材のクラッド表面における水分含有量のばらつき、線引き工程時における加熱温度や張力のばらつきなどによっても変動する。そして、このようなばらつき、すなわち伝送損失の増大要因を、光ファイバ母材が製造された時点で予測することは極めて困難である。

【0012】

このようなことから、波長1383nmにおける伝送損失が、波長1310nmにおける伝送損失よりも小さくなっている光ファイバを、常に製造できるとは限らない。

なお、上記した耐水素性を高める処理は、光ファイバ母材の製造過程や線引き工程で実施することも可能である。

【0013】

しかしながら、その場合は、波長1383nmにおける伝送損失が波長1310nmにおける伝送損失よりも小さくない光ファイバ、すなわちCバンドでのWDM伝送にとっては好適といえない光ファイバに対しても耐水素性を高める処置を施していることになり、当該光ファイバの製造コストを高めることになる。

本発明は、上記した問題を解決することができ、CバンドのWDM伝送に用いて有効な光ファイバを安価に製造する方法の提供を目的とする。

【0014】

【課題を解決するための手段】

上記した目的を達成するために、本発明においては、

波長 1310 nm におけるモードフィールド径が $8.0 \sim 11.0 \mu\text{m}$ であり、波長 1383 nm における伝送損失が波長 1310 nm における伝送損失よりも小さく、波長 1383 nm における分散が $+2 \sim +8 \text{ ps/nm/km}$ である光ファイバを製造する際に、

光ファイバ母材を線引きしたのち被覆を施し、得られた光ファイバ素線に対し、重水素ガスを含む気相雰囲気中で曝露処理することを特徴とする光ファイバの製造方法が提供される。

【0015】

【発明の実施の形態】

本発明で製造される光ファイバは、上記した特性を備えた光ファイバである。その特性が採用される理由は以下のとおりである。

(1) まず、波長 1310 nm における MFD が $8.0 \sim 11.0 \mu\text{m}$ となるように設計されているが、これは、既設の標準シングルモード光ファイバと接続したときの整合性を確保するためである。

【0016】

(2) 波長 1383 nm における伝送損失が波長 1310 nm における伝送損失よりも小さくなるように設計されている。そして、波長 1383 nm における伝送損失の増大が抑制されている。

このことは、後述する処理を施すことにより、波長 1383 nm における OH 基による吸収ピークの増加を抑制することによって実現される。

【0017】

(3) 波長 1383 nm の波長領域における分散が $+2 \sim +8 \text{ ps/nm/km}$ となるように設計されている。好ましくは、波長 1383 nm における分散が $+4 \sim +7 \text{ ps/nm/km}$ となるように設計されている光ファイバになっている。

このことにより、四光波混合の影響を抑制し、かつ光伝送路を構成する際の累積分散の影響を最小限におさえることができる。

【0018】

なお、本発明で製造される光ファイバは、上記した特性を満たしているならば

、屈折率分布プロファイルの形状は何ら制限を受けるものではない。例えば、図 1 で示したような低損失光ファイバに適用されている屈折率分布プロファイルを採用することができる。

上記した本発明の光ファイバは次のようにして製造される。

【0019】

まず、従来と同様にして、VAD法で光ファイバ母材を製造する。ついで、その光ファイバ母材を線引きして所定線径の光ファイバを製造し、その後、光ファイバに被覆を施して光ファイバ素線にする。

そして、この光ファイバ素線の耐水素性を高める処理が施される。具体的には、この光ファイバ素線を、処理装置の中に収容し、そして装置内を重水素 (D_2) ガスを含む常温・常圧の雰囲気にして所定時間放置しておく。

【0020】

重水素成分は光ファイバ素線の光ファイバ本体に含浸し、光ファイバ本体内に存在する欠陥に入り込んで結合を形成する。その結果、処理後の光ファイバ素線に水素エージング試験を行った場合、光ファイバ本体内に侵入した水素は、既に不活性状態にある上記欠陥と結合することはできないので、特定の吸収ピークの増加は起こらない。すなわち、耐水素性の向上が実現する。

【0021】

上記した曝露処理時における常温としては、 $10 \sim 40^\circ C$ 、また常圧としては、 $86 \sim 106 \text{ kPa}$ を採用することが好ましい。処理時間は、処理対象の光ファイバ素線の長さで変えることになるが、長くても24時間の処理を行えば充分である。

このような処理を施すことにより、本発明では、上記した特性を備えると同時に、水素エージング試験後の波長 1383 nm における伝送損失の増加量が 0.04 dB/km 以下、更には 0.01 dB/km 以下になる光ファイバを得ることができる。

【0022】

【実施例】

VAD法で光ファイバ母材を製造し、それを線引きしたのち被覆を施して光フ

ファイバ素線を製造した。

この光ファイバの屈折率分布プロファイルは図1で示したとおりである。

長さが約3kmであるこの光ファイバ素線を処理装置内に配置し、装置内を温度23℃、圧力100kPaの重水素雰囲気として、その状態を約3時間保持した。

【0023】

処理後の光ファイバ素線につき、IEC 60793-2-50 (first edition 2002-01) Annex C Section C3.1で規定する水素エージング試験を行い、波長1383nmにおける伝送損失をITU-TG. 650で規定する方法で測定した。その結果を、試験前の測定結果とともに表1に示した。なお、波長1310nmにおける伝送損失も測定した。

【0024】

また、波長1310nmにおけるMFD、波長1383nmにおける分散値をそれぞれ測定し、その結果も表1に示した。比較のために、重水素曝露処理を施さない光ファイバ素線についても同様の測定を行い、その結果を比較例として併記した。

【0025】

【表1】

	屈折率 分布プ ロファ イル	分散値 (ps/nm/km)	MFD (μ m)	波長1310nm における 伝送損失 (dB/km)	波長1383nmにおける伝送 損失 (dB/km)	
					水素エー ジ ン グ 試 験 前	水素エー ジ ン グ 試 験 後
実施例1	図1	5.8	9.26	0.33	0.31	0.31
実施例2	図1	4.5	9.38	0.32	0.29	0.29
比較例	図1	5.1	9.14	0.33	0.29	0.39

【0026】

表1から明らかなように、重水素処理を施さない比較例と対比して、本発明方法で製造した光ファイバは、水素エージング試験の前後で波長1383nmにおける伝送損失の増大は起こっていない。

【0027】

【発明の効果】

以上の説明で明らかなように、本発明によれば、光ファイバの製造途中ではなく、既に実使用可能な光ファイバ素線の状態でその耐水素性を向上させることができる。そのため、波長 1383 nm における伝送損失の増加が 0.04 dB/km 以下に抑制され、耐水素性に優れ、長期に亘って伝送損失が安定している光ファイバを安価に製造することができる。

【0028】

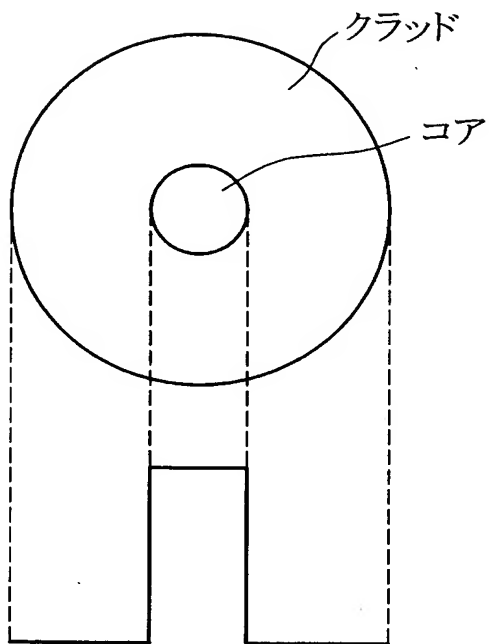
そして、この光ファイバは、波長 1310 nm における MFD が 8.0 ~ 11.0 μ m、波長 1383 nm における伝送損失が波長 1310 nm における伝送損失より小さく、かつ波長 1383 nm における分散が +2 ~ +8 ps/nm/km となるように設計されているので、既設の標準シングルモード光ファイバとの整合性も保障されており、光ネットワークの構築にとって有用である。CバンドのWDM伝送方式で用いる光線路としてその有用性が期待される。

【図面の簡単な説明】**【図1】**

光ファイバの屈折率分布プロファイル図である。

【書類名】 図面

【図 1】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 CバンドでのWDM伝送に好適な光ファイバの製造方法を提供する。

【解決手段】 波長 1 3 1 0 nmにおけるモードフィールド径が $8.0 \sim 11.0 \mu\text{m}$ であり、波長 1 3 8 3 nmにおける伝送損失が波長 1 3 1 0 nmにおける伝送損失よりも小さく、波長 1 3 8 3 nmにおける分散が $+2 \sim +8 \text{ ps/nm/km}$ である光ファイバを製造する際に、

光ファイバ母材を線引きしたのち被覆を施し、得られた光ファイバ素線に対し、重水素または重水素化合物を含有する雰囲気中で曝露処理する光ファイバの製造方法。

【選択図】 なし

特願 2 0 0 2 - 2 0 0 4 2 2

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [0 0 0 0 0 5 2 9 0]

1. 変更年月日 1 9 9 0 年 8 月 2 9 日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都千代田区丸の内 2 丁目 6 番 1 号

氏 名 古河電気工業株式会社